

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АЛЮМООКСИДНОЙ КЕРАМИКИ, СПЕЧЕННОЙ ПРИ  
РАЗЛОЖЕНИИ СМЕСИ ОКСИД-ГИДРОКСИД**

Р.В. Левков<sup>1</sup>, В.И. Масловский<sup>3</sup>, С.Н. Кульков<sup>1,2,3</sup>

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. С.Н. Кульков

<sup>1</sup>ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН

Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/4, 634055

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

<sup>3</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

E-mail: [levkov.r.v@mail.ru](mailto:levkov.r.v@mail.ru)

**THE STUDY OF THE PROPERTIES OF ALUMINA CERAMICS, SINTERED IN THE  
DECOMPOSITION OF A MIXTURE OF OXIDE-HYDROXIDER**

V. Levkov<sup>1</sup>, V.I. Maslovski<sup>3</sup>, S.N. Kulikov<sup>1,2,3</sup>

Scientific Supervisor: Prof., Dr. S.N. Kulikov

<sup>1</sup>Institute of Strength Physics and Materials Science SB RAS, Russia, Tomsk, Akademicheskii pr., 2/4, 634055

<sup>2</sup>Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenina ave., 36, 634050

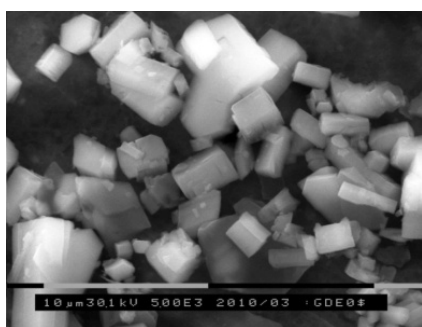
<sup>3</sup>Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [levkov.r.v@mail.ru](mailto:levkov.r.v@mail.ru)

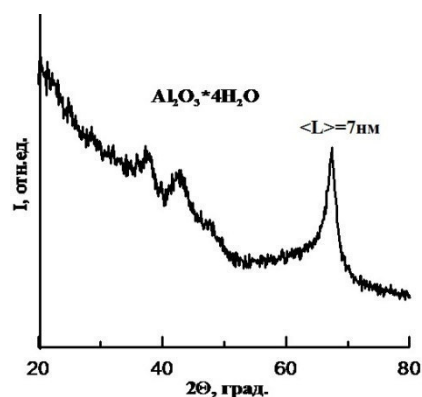
**Abstract.** *The structure of powder of aluminum hydroxide. The samples synthesized from this powder. A study of the structure and physico-chemical properties of obtained ceramics. The dependence of the strength and porosity of ceramics, the samples from the sintering temperature*

Разработка материала на основе оксидов с многоуровневой поровой структурой и сохраняющей высокую прочность является фундаментальной задачей современного материаловедения. Традиционным способом создания высокопористых материалов является метод, основанный на выгорании порообразующей добавки. Это эффективно с точки зрения управления объемом порового пространства, но, к сожалению, есть и недостаток, видеобразования углерода на поверхности материала при выгорании порообразователя. Это является недопустимым при изготовлении некоторых носителей катализаторов, биоимплантатов, мембран различных фильтров. Все это говорит о том, что необходим другой подход к образованию порового пространства, который предотвратит присутствие посторонних примесей на поверхности каркаса материала. Наиболее распространенный из таких методов порообразования, это метод, основанный на разложении компонентов порошковой шихты до более простых соединений, сопровождающийся газообразованием. Метод позволяет избежать присутствия посторонних соединений в пористом керамическом материале. Целью работы являлось исследование формирования пористости в керамических образцах, синтезированных из оксида алюминия, посредством метода разложения гидроксида алюминия. [1,2]

Гидроксид алюминия модификации  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  был получен разложением алюминатного раствора. Порошок состоял из изолированных поликристаллических частиц с хорошей огранкой, рисунок 1(а). Основное количество частиц имели размер от 0,5 до 4 мкм, а так же присутствовали частицы размером до 8 мкм. Средний размер частиц исследованной пробы в этом порошке составил 2,6 мкм. На рентгеновской дифрактограмме порошка, представленной на рисунке 1(б), рефлексы были сильно размыты. Хорошо показались только три рентгеновских максимума, угловое положение которых соответствовало наиболее сильным отражениям гидратированного оксида алюминия состава  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Причиной размытия рентгеновских максимумов могло быть несколько факторов: высокая дисперсность областей когерентного рассеяния рентгеновских лучей, низкая кристалличность гидроксида и концентрационная неоднородность порошка по степени гидратации  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .



а)



б)

Рис. 1. а) РЭМ изображение порошка гидроксида алюминия, полученного разложением алюминатного раствора, б) рентгенограмма порошка

У образцов, спеченных из гидроксидов алюминия при температуре 1300°C после спекания наблюдались зерна оксида алюминия сферической формы и неправильной формы. В образцах, спеченных при температуре 1400°C и 1500°C, зерна оксида алюминия имеют преимущественно сферическую форму. Для всех образцов, независимо от температуры спекания, характерно присутствие межчастичной пористости. Образование пористости происходит за счет выделения кислорода при разложении гидроокиси алюминия [3]. Так же наблюдалось, что при увеличении температуры спекания уменьшается общая доля межчастичных пор. На рисунке 2, приведено изображение структуры для образца, полученного при температуре спекания 1500°C, а так же распределение пор по размерам. Средний размер пор составил 1,9 мкм. Согласно данным энергодисперсионного рентгеновского микроанализа полученных образцов на внутрипоровых поверхностях после спекания посторонних примесей не выявлено.

Исследование механических свойств полученных образцов показали, что с ростом температуры спекания происходит значительное увеличение прочности на сжатие (прочность на сжатие в соответствии с усадкой и пористостью исследованных образцов приведены на рисунке 3).

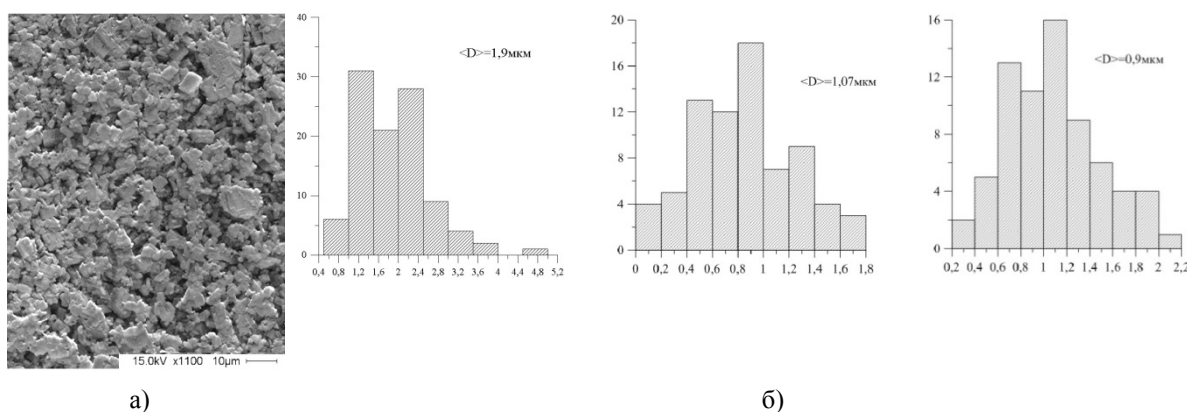


Рис. 2. а) Изображения структуры керамики, б) распределение пор по размерам керамики после спекания при температуре 1300°C, 1400°C, 1500°C

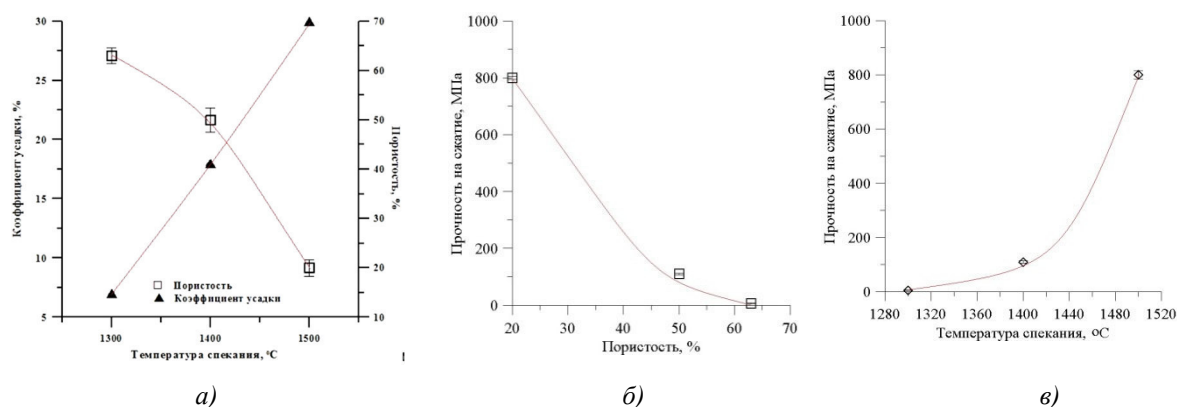


Рис. 3. а) Зависимость пористости и коэффициента усадки от температуры спекания, б) зависимость прочности образцов от объема порового пространства, в) зависимость прочности образцов и температуры спекания образцов спекенных при температурах: 1300°C, 1400°C, 1500°C

Полученные данные позволяют говорить о том, что объем порового пространства в керамике можно получить, не применяя метод выгорания порообразователя. Обнаружено, что наибольшей прочностью обладают керамики из гидроксида алюминия полученного методом разложения алюминатного раствора. Предел прочности при сжатии этих керамик составил 800 МПа при пористости 20%.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Третьяков Ю.Д. Керамика в прошлом, настоящем и будущем / Ю.Д. Третьяков // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – №6. – С. 53–59.
2. Козлова А.В. Структура и свойства оксид-гидроксидных материалов  $ZrO_2-Al_2O_3$  / И.А. Жуков, С.П. Бужкова, и др. // Изв. вузов. Физика. – 2010. – № 12/2. – С. 172–176
3. Лукин Е.С. Современная оксидная керамика и области ее применения / Е.С. Лукин, Н.А. Макаров, А.И. Козлов и др. // Конструкционные материалы. – 2007. – С. 4–13.